



TITLE:

研究会「学問の系譜」を終えて  
(0.序,学問の系譜-アインシュタイン  
から湯川・朝永へ-)

AUTHOR(S):

坂東, 昌子

---

CITATION:

坂東, 昌子. 研究会「学問の系譜」を終えて(0.序,学問の系譜-アインシュタインから湯川・朝永へ-). 物性研究 2006, 86(3): 255-264

ISSUE DATE:

2006-06-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/110524>

RIGHT:

## 研究会「学問の系譜」を終えて

坂東 昌子

この研究会は、2006 年の湯川・朝永生誕 100 年にむけて、日本の物理学の発展の経緯をたどり、そこからの教訓を引き出そうという意図で企画されたものである。したがって、全部日本語での講演であった。湯川・朝永が国際的でないというのではない。科学技術の後発国だった日本で、どうして物理学の新天地を開拓できたのか、そしてその成功がその後の科学界のなかに、意気軒昂とした活力を作り出していったのか、そうしたことを、わが国の学問の系譜という内的な側面に焦点を当ててたどって見たいと考えたからである。

相対論と量子力学が生まれた 20 世紀初頭、アインシュタインを筆頭に多くの英雄を生み出した科学の歴史をふりかえると、ヨーロッパで伝統を破って生まれた相対論と量子力学をめぐる、国や立場の違いをこえて科学者たちが共に共同作業をすすめていたことが印象的である。そして、その中心的な役割を果たしたのは、ボーアが設立したコペンハーゲンのニールスボーア研究所、イギリスのキャベンディッシュ研究所であった。この流れが、ヨーロッパ共同原子核研究所 (CERN) に引き継がれているのである。米国にはファシズムの手を逃れた優秀な科学者たちが集まっていた。なかでもアインシュタインを筆頭に、超一流のユダヤ人科学者たちは、ユダヤ人実業家が資金を供出したプリンストン研究所に集まった。プリンストン研究所は、20 世紀の理論物理学のメッカとして輝かしい地位を獲得する。そこは、活発な国際交流の場であり、活発な研究が行われていた。湯川博士とアインシュタインの最初の出会いもここから始まっているのである。

国際的な連携が深まるなかにあつて国を越え立場を超えた科学者の協力の場は、日本にも影響を及ぼしたように見える。この東の果ての日本は、まさに「辺境の地」でもあったが、そこで、どういう努力を積み重ねて、研究者たちは世界に伍した成果を上げることが出来たのか、そこから始まったわが国の物理学が、基礎物理学研究所を拠点としてどのような役割を果たしたのか、この土壌の中からどういう風に若手が育ち、どのようにして新しい地平線を切り開いていったのか、それを明らかにして、次代を担う若い人々に当時の開拓者精神を伝えておきたい。そしてその伝統をさらに発展させるためのヒントを得てほしい、これがこの研究会を企画した意図であった。国際的な視点での湯川・朝永については、2006 年 12 月に国際シンポジウムが開かれることになっており、それに向けて準備が進んでいる。一方、この研究会では、これとは対峙した形で、わが国に焦点を絞って、湯川理論によって活気付いた日本の研究者たちが疾風怒濤の時代を迎え、その勢いで、共同利用の体制を作りつつ、新しい息吹を取り入れながら、今日の研究の土台を作り上げ、基礎物理学を中心にして新分野を切り開いた経緯をたどり、その歴史を概観したいと考えた。そして、核物理学の分野から、生物物理、宇宙物理など基礎物理学がカバーしているさまざまな分野に広がっていった歴史をたどってみたい。そして、そのなかでの教訓を、単に、わが国で新しい研究に見合う新しい体制を築きあげたという視点から振り返るのではなく、「学問の系譜」という学問の内的な視点から検討してみたいというのがねらいであった。

今回の研究会は、その最初の糸口となるものと思っていた。これを土台にして、聞き取り調査を含めて、さまざまな分野で新しく学問を切り開いてこれ、それぞれ重要な研究を立ち上げてこられた先生方にお話をうかがい、その伝統を受け継げる人材を育てていく資料にしたいと希望している。

研究会は 2005 年 11 月 7-8 日をフルに使って行われた。プログラムは、1 ページに示したように、多分野に分散している。分野ごとにある程度まとめたが、都合により一部は分散している。

### 1 原子核理論をめぐる

今回は、原子核研究の中でも特に、クラスター模型に焦点を当てた。司会の国廣悌二氏は、原子核分野のバランスをとることに気を配って、わざわざ他のテーマについても重要な仕事があることを最初に断われた。今回取り上げるテーマについては、実はどの分野も同じ事情なので、そんなに気にしないでもいいのではないかとも思ったが、これも分野の特徴だったのかも知れない。まず、これま



での研究の歴史が池田清美氏によって紹介された。原子核は、その側面によって、原子核のなかでの独立粒子像にもとづくシェル模型・反対に多体系としての集団運動をとらえた液滴模型という典型的なアプローチがあった。その第3のアプローチとしてクラスター模型がある。おそらく、これは原子核という多体構造の累層的に現れる多様で豊富な構造の存在をあらわしていると思われるが、粒子 $\alpha$ という安定な核の存在が重要な役割を果たしたことに着目したクラスター模型が大きな進展を見せ、シェル模型と集団模型と並んで、特に軽い核系の構造を記述するには不可欠な模型であることが示された。もちろん、いずれも、その基礎には核力が存在するのだが、その全面的な理解を目指した基研長期研究会「核力と核構造」研究会の存在は大きい。この研究会の方針は、田中一氏が北海道大学の地で生み出したものであるという。

こうして大きな方針のもとで若手も育っていったが、その殻を破って軽い核からさらに中重核まで含めた統一的理解を目指す、さらに新しい累層構造を担う実体としてクラスター構造をもつ $K=0^-$ バンドの存在が重要になることに気がつき、それを基に重い核の、 $\alpha$ クラスター構造を持つ励起状態を統一的に記述できることを見いだしたのが、これまた辺境の地の大久保茂男氏である。この面白い展開が可能になったのは、「核力と核構造」で鍛えた資質に加えて、ヨーロッパでの海外研究生活の間に、その呪縛から開放され自由になり新しい見方を獲得したのだという話には、身につまされる思いがした。1980年代になると、核力の第3領域の議論が始まり、クォーク物理・核物質の多様な相構造などがでてくることになる。そしてさらに新しい質の存在、 $\pi$ 中間子を取り入れ、そして中間エネルギー領域からクォーク多体系へと発展してきたのだが、この中間領域の重鎮である矢崎紘一氏に「クォーク模型と核力」というタイトルでお話願った。控えめな方で、淡々と話されたのが印象的だった。

大久保氏から「湯川研の番頭助手から決別し日本の独自の原子核物理を切り開かれた田中一先生がお話されるのがもっともふさわしいと思っていました」と感想が寄せられたが、新しい分野を辺境の地で切り開かれたスケールの大きさを改めて思い知った。最後を締めくくる話として、田中氏が講演された。「一流の仕事をするには、追いつけ追い越せではなく、追い越せ追いつけという心構えが必要である」という田中氏の言葉を思い出した。さらに一流を目指すその意気込みがなければ一流にはなれないという言葉にはどっしりとした重みを感じられる。辺境の地からの発信は、湯川精神で支えられた研究会が育てた日本の誇るべき成果だという思いを新たにした。

## 2 宇宙線研究からの発信

この分野では、まず、宇宙線研究所長として幅広い領域をカバーした分野でご活躍だった荒船次郎氏にお話願った。ニュートリノの日本における輝かしい成果が宇宙線研究の伝統とどう連携していたかを、紹介していただいた。「日本の宇宙線研究と加速器」というタイトルだったが、「K2K 以外は、あまり加速器に関係ありません」ということだった。主に、ニュートリノ研究を中心にした目覚ましい発展を支えたものは何だったのか、何が可能にしたのか、を知りたいと思った。おそらく、理論の荒船氏や菅原氏の支援があってこそこのここまでの歩みではないかと、内心想っていたし、実際、サマーインスティテュートでは、雑談で節々から内容にわたる当時の議論の生き生きした雰囲気が伝わって、きっとその苦労話でもしてくるだろうと云う思いがあった。しかし、荒船氏は、そもそも控えめな方であるから、やはりご自分たちの功績については十分には話していただけなかったような気がする。苦労が多くあったはずだが、それもさらっと切り抜けられた。荒船氏らしい語り口なのかも知れない。

続いて、丹生潔氏の講演に移った。丹生グループの功績をもってして、何故ノーベル賞まで行かなかったのか、それは、我々が知りたい一つの謎である。丹生氏は、その理由として3つあげられた。

- 1つは、英語の壁もあって国際的な宣伝が不十分だった
- 2つめは、本研究の資金がなかったこと
- 3つめは、宇宙線研究が加速器研究に比較して地位が低かった

である。

丹生氏には、今回、当時のいろいろなデータを提供いただいた。その中には、米国の科学史の著書の中で、丹生氏の業績について触れているという資料もあった。JAL に乗せた乾板を解析した苦労、「チャーム粒子探索」には厳しい時代だったはずである。この厳しさをいかにして克服しながらこのイベントを見出し、そして発表までこぎつけたかが語られた。この研究の伝統が、ニュートリノ研究とはどういう関係にあるのだろうか。少なくとも「加速器というコントrollableな装置を用いないと、精密実験はできない」というのが、当時の常識とされていた時代に、宇宙線実験がここまで

やり遂げたのには、加速器で用いられる測定技術の向上で、誤差の壁を乗り越えた苦労があったのではないと思われる。わが国のニュートリノ実験を通じてこの常識が打ち破られ、加速器に勝るとも劣らぬ実験の地位を確立したその裏には、何があったのか。もっと知りたいものである。ここは、そのうち、西村純氏をはじめとして、ニュートリノ物理を国際的にも他に追従をゆるさないレベルまで引き上げた「進取の気風」をもたらした開拓者的研究者にも登場願ひ、さまざまなコメントを頂きたいと期待している。西村純氏の「宇宙線研究の歴史」(「宇宙線研究 50 年の歩み」日本物理学会誌 51 巻 7 号 P479)には、「宇宙線研究の精神は未掘の鉱山から未知の鉱石を掘り出すことにあった」とある。日本の研究は、戦前の理化学研究所の仁科研究室から始まったが、ここでも湯川理論の刺激を受けて意気軒昂だった様子が描かれている。その後、素粒子論的宇宙線研究から宇宙物理学的な宇宙線研究へとシフトしていったらしいが、その後、チャーム粒子の発見ニュートリノ物理学と連なっていく系譜を知りたいものである

このセッションは、この間の事情をご存知の菅本品夫氏にお願いした。

### 3 宇宙物理学の発展

原子核構造を核力から理解しようとする姿勢は、また星の進化を素過程を基礎にして理解するという姿勢とも通じるものがある。湯川先生の激励で原子核素粒子論的宇宙物理を創始した林忠四郎氏の講演がじかに聞けるという大変貴重な機会を与えてくださり感謝している。(世話人の佐々木氏のおかげである!)。少し足のご不自由な林氏が、今回丸 1 日、夜に催された懇親会も含めて、出席いただき、お付き合いくださったことは、感激に堪えない。最初は 15 分ぐらいとおっしゃっていたが、宇宙物理学の事始から今日的意義までかなりの時間にわたった迫力のある講演で、ひさしぶりに林氏のお話が聞けて感激した。わが国でユニークな、そして京都大学だけにあった天体核物理学という分野の誕生であった。その林研の最初の大学院生であった杉本大一郎氏が司会をしてくださったことも、このセッションを盛り上げた。その後も、佐藤文隆氏を初めとして林研からは多くの優れた先駆者が育っているが、どういう気風が、このようなクリエイティブな研究室を作り上げたのか、それも興味津々であった。このあたりについての佐々木節氏の話は期待通り(?)であった。林研の若手として育った佐々木氏は「僕は林研の劣等生ですよ」というのが口癖だが、その実力を発揮し、宇宙論的素粒子論というか、素粒子論的宇宙論というか、大いに活躍であるが、異分野の研究者との交流に関し積極的に、林研の優等生とも言えるだろう。林研の研究テーマは、地球物理や太陽系起源、銀河系など広い分野に発展していくが、若手の資質に即してテーマを示唆されたことがよく分かった。

### 4 基礎物理学の系譜

南部陽一郎氏の講演は、同時放送で配信していたのだが、さすがに最もアクセスが多かったことがデータでわかっていただけるだろう。南部氏には、今回はできるだけ南部氏の業績と足跡を若い人に伝えられるよう、少しご自分のお話をさせていただきたいと無理なお願いをした。しかし、最初に口を切られたのは、基研所長としてご活躍された牧二郎氏のことであった。今から見れば、素粒子像に対していろいろな偏見があったが、それをどのように解きほぐしていったか、語られた。この様子は、2004 年基研の 50 周年記念シンポジウム報告にも出ている。

実は、南部氏と林氏とは同級生であったのだが、その頃の写真をみせて 21 世紀初頭からの新しい物理学、量子力学と相対性理論物理学のうねりのなかで、わが国で、どのようにして若い人たちが、この新しい物理学を学んでいったのか、というところから話を始められた。そして、宇宙線実験から次々と発見される新粒子の解析と解釈を身近にみながら研究を進めたこと、そして 1940 - 50 年代の加速器時代を迎えて、強い相互作用の「晴れない霧」を貫通する法則を探す苦労、そして統一理論への夢と湯川理論、などを話された。

南部氏はほとんどご自分の業績について語られないが、今回はどうしても、superconductivity の応用など理論展開、NJL 模型の検討、そしてカラー自由度の導入、さらに弦理論へと次々と、先駆的な仕事をされたが、それを南部氏に自由にお話願えれば、と期待していた。1950 年代、dispersion relation などのお仕事としておられた南部氏は、その後、当時の複雑な強い相互作用に対して、よりミクロなアプローチ、より基本的な場の理論が適用できるはずだという視点から、研究方向を転換されたような気がする。そして、次々と、鋭い洞察をなさり、超伝導の素粒子論への適用、カラーの導入、弦理論へのアプローチなど、複雑な素粒子の構造にメスを入れていかれたのではないかと、そこから、本質を捉えた現象を見る目を向けられたのではなかったか。南部氏が、この中でどうしていろいろなお仕事をどんな状況で、どういうきっかけでなされたのか、聞きたいと思っている聴衆は多かつ

たはずである。今回は、そういう要望にこたえて、ほんの少しであるが、こうした問題に触れられた。司会の益川敏英氏や九後氏の質問で、これらの研究当時の状況がいろいろわかった。とくに、超伝導モデルでは、すでに南部氏がマيسナー効果のことについて言及されているので、いわばヒッグス機構についてもその段階ではっきりしていたはずなのに、どうして引用されず、ヒッグスなのか、とか、あるいは弦理論の動機について、それまでの無限成分方程式などとの研究の連動の話など、いろいろと興味深い話が出た。また、場の理論の「強い相互作用の霧」ともいうべきであろうか、場の理論に対する不信感があった時代に、堂々とラグランジアンを書いて議論されたことも話題になった。

## 5 素粒子論から宇宙物理学へ

ここで、セッションとしては、飛び入りのような形になったが、ご本人のご都合で、”宇宙のバリオン数と基礎物理学”というタイトルの話になった。講演者は、吉村太彦氏である。ここでは、強い相互作用の霧が晴れ、場の理論が復権したことと、吉村氏が「宇宙のバリオン数」問題をはじめたこととはしっかり結び付いていたことが、印象的だった。それは、QCDの漸近自由性である。それまで、強い相互作用については場の理論は使えない、適用限界があつて、あるエネルギー領域以上になると(温度でいえばハゲドン温度)、たくさんの励起状態が出てきて複雑系になり、とても我々はその中まで入っていけない、そこはある意味では現在の理論的分析を越えた「ブラックボックス」になるのだという考え方が常識だった。しかし、1960年代から、1970年代、場の理論は十分通用するということがわかり、一気に世の中は変わった。そしてその一番重要な発見は「漸近自由」と「閉じ込め」現象であった。そして、すべての相互作用が、とにかくゲージ理論の枠組みの中で理解できるということが徐々に明らかになったのである。その新しいカルチャーの勃発から、さらに飛躍して、「それでは宇宙の初期にも適用できるのでは？」という発想が、この発見に結び付いているのである。そのあと、レプトン数非保存、バリオン数非保存、およびそのCPの破れをレーザー照射による能動的実験で解決しようと実際に実験家とはじめている話を紹介された。実験による問題決着への提案とはまた、驚きを禁じえない転身である。その実験の詳細は、筆者にはまだ理解を超えているが、1970年前半、GUTから予想される陽子崩壊を探すべく、果敢に神岡実験に挑戦された小柴昌俊氏の意図もその後意外な発見へと発展していることを考えると、すごい実行力ではなかろうか。

## 6 懇親会

続いて行われた懇親会では、最初に、飛び入りで参加された佐藤文隆氏から、研究会の議論を補う宇宙物理学の発展に対する側面をお話願った。これを皮切りに、参加者がいろいろな面からコメントがあり議論が沸騰した。また、異分野交流についての議論が盛り上がった。異分野交流と簡単に言うが、プロとして異分野に挑むとき、「ちがう考え方、違うバックグラウンドの研究者をも面白いと思わせながら、同じ土俵で研究を競い合う」厳しさを大沢氏が語られている。「新しい対象へ向かって新しい領域を開こうとする研究に、物理の人は一般に甘い、他からの批判を受け、視野を広げなければならなかった」には耳が痛かった。この懇親会の議論についても詳しい報告をしたいと考えている。

## 7 物性物理学および非平衡物理学の系譜

他の分野もそうなのだが、特に物性物理関連は分野全体をカバーするのでなく、基礎物理学研究所と連携して発展した非平衡物理についての系譜と、それと連動して「ゆらぎ」の階層性を機軸にした意識的行動と揺らぎの境界を含む少数多体系への適用への展望が見えるような一連の話があつた。正直言うと、川崎恭治氏はあまりにも多くのことを伝えようとして、実は素人にはあまり伝わらなかったような気がする。ところが、川崎氏のご報告はすでにいただいているが、これは見事な学問観に基づくまとめで私は一挙に読ませてもらい、大変感銘を受けた。いずれこのすばらしい報告が、別にお目見えするので、ぜひ楽しんでいただきたい。さらに川崎氏から、要旨をいただいたので紹介する。「統計力学はマクロな振る舞いをミクロな視点から理解する事がその本来の趣旨である。平衡系については状態和の計算という形でこのプログラムが実現できるが、非平衡ではそのような一般的なプログラムはない。一方ミクロからいきなりマクロを攻めるのは非現実的に単純化されたモデルを除き不可能である。しかしいくつかの現実的なばあいにはミクロとマクロの中間の領域(本来の意味でのメソスコピック領域)が考えられ、そこを踏み台にしてミクロからマクロを攻めることが可能である。そのもっとも古い例は気体のボルツマン方程式である。より新しい例は動的臨界現象である。夫々の場合にメソスコピック領域を特徴づける特有の長さのスケールがある。前者では粒子の平均自由行程で後者は臨界揺らぎの相関距離である。また階層構造は何段にもわたりうる。この考えは階層構造がこの

2例のようにはじめから明確でない場合にも出発点として階層構造を想定して進むのが有効なことは近年の過冷却液体、ガラス転移、ソフトマターなどの研究で見出されている」とある。このあと、早川尚男氏の議論を含めて、司会の佐々氏の活発な議論が展開された。コメントをした早川氏が、「私の短い講演に対する南部氏の鋭い確な質問に驚きました。物性に対する造詣の深さと瞬時に過去の知識と現在の問題（それもご自分の研究とはかけ離れた話に対して！）を結びつけるスピードに、天才とはこういうものかと改めて認識した次第です」という声を寄せられた。私は、どういう質問だったかもすっかり覚えておらず、問い合わせてみた。それに対する早川氏の答えを引用しておこう。「南部先生の質問は久保亮五さんの金属微粒子の統計力学と微小系の揺らぎの理論は関係するののかというものです。非平衡だから関係ないというその場しのぎの返答は多分正しくなくて、関係があると思います。因みに金属微粒子の統計力学の話は系が小さいのでエネルギー準位の離散性がはっきりと見えて、その属性を調べることが80年代にはやりました。（久保さんの論文は60年代のものです）。現在の揺らぎの定理等を研究している人でそういう視点を持った人は誰もいないと思います」。

おそらく物性分野の研究者にとっては、素粒子論の南部氏と物理の中身に立ち入って議論するチャンスは今までなかったろう。他分野交流という意味でもさまざまなやり取りがあり、活発な議論が展開されたが、そのなかでも圧巻であった。平衡系の物理から、非平衡の物理系へ、そして少数多体系の統計物理学的アプローチという興味深い分野へのいざないが目の当たりに展開されるのを体験できたのではなかろうか。また、場の理論と関連して、川上則雄氏が、朝永-Luttinger liquidの歴史的な重要性も盛り込んで、ボーズ・アインシュタイン凝縮の話まで、見事なプレゼンテーションで聴衆を魅了した。

## 8 生物物理事始

揺らぎの階層性や少数多体系へのアプローチは、さらに次のセッションの生物物理へとつながっていく。この流れのなかで、今回、大沢文夫氏に引き継いでいただけたことは絶妙な配置であった。大沢氏は、お名前は存じ上げていてもおそらく素粒子・原子核・宇宙論などの分野の研究者にとっては、初めて聞くお話ではなかったろうか（私自身もそうであったが）。大沢氏は、若々しい感覚で、生物物理を立ち上げた熱っぽい時代そのままで熱く語られた。特に、最後のゾウリムシの話は、「ゆらぎ」とも関連して、意識と無意識の運動との相互関連に興味を持っておられ、まだまだ研究に意欲を燃やしておられるのには驚嘆する。この分野にも造詣の深い佐々氏にはそのまま座長をお願いしたので、議論も盛り上がった。大沢氏たちが、日本で切り開いた生物物理学が、どんな風に発展してきたのかを知り、他分野の我々にとっても視野を広げる機会となった。大沢氏の「生物物理始まりの頃」には、「学問は日進月歩するものなのに、セクショナリズムに閉じこもるくらいみじめなものはない。」という杉田元宣氏のお言葉の引用からはじまる節がある。そのお話は、はつらつとした開拓者精神がみちあふれている。こうした新分野の開拓の時代に、どういう精神に導かれて、どういう苦労をしながら研究を進めていったか、その様子が描かれている。生物物理学の分野は、物理学会の分科会から生物物理学会の誕生へと発展するが、生物物理学会の誕生前夜に、「生物物理若手夏の学校」での議論が盛り上がった様子など若い学問の意気軒昂な雰囲気伝わってくる。そのなかで基礎物理学研究所が果たした役割もみえてくるのである。

## 9 素粒子論分野

今回は、湯川理論をめぐる諸問題を中心にした。湯川氏の晩年のプロジェクトは素領域の理論である。素粒子の時空構造という長期にわたる研究会が開かれていたが、当時はものにならなかったが、その流れは南部・後藤や高林・原治の仕事があり、現在の弦理論の基礎となった。南部氏が素粒子論の歴史的経緯も含めたお話は、夜の懇親会で詳しくご披露いただいたが、このセッションでは、比較的若い（??）層の代表として、弦理論の現時点からみた概略と、弦理論と宇宙論をつなぐ現代的問題として、宇宙の真空選択についての弦理論からの分析を江口徹氏が披露された。続いて、「日本には正当な場の理論が育たなかった」という話があった。九後氏は、かなり遠慮しながらも、率直に、「場の理論」不信感の漂った1960年から70年代の場の理論の発展の経緯を紹介されたが、そのあと、「当時の場の理論の適用限界」の呪縛を逃れられなかった日本の状況が話された。このセッションの司会をお願いした大貫義郎氏も、当時は「気が引けますが、ちょっとクォーク場のラグランジアンを書かせていただきます」などといいながら話しておられた時代であった。世はSマトリックスの時代であったのだから、偏見を打ち破ることが出来なかったのではあるが、その原因を深めるところまではいかなかった。むしろ、中西襄氏は、「そんな偏見はなかった」といわれ、その頃の時代の風潮に左

右されないグループもあったことも印象に残った。司会の大貫氏は「わが国では、ごく一部を除いて、1960年から1970年代に「場の理論の軽視」と言うよりもむしろ「アンチ場の理論」の雰囲気甚だ濃厚であったことは確かだと思います。それはプラスの面もありましたが、もたらしたマイナスも大きかったことは否定できません。」とのコメントを頂いた。次回は、大貫氏にぜひお話し、この点を詰めて今後の教訓を引き出したいと考えている。「場の理論の軽視」の問題は、研究全体のあり方について、深刻な問題を提起しているようにも思われる。暗々裏の風潮に安住するというのが、日本人にありがちな態度だが、研究者としてこれとは無関係ではないのかもしれない。そういう状況が、日本の研究を、進取の気風から停滞へとシフトさせたのかもしれない。この点についてはまだまだ議論不足であったが、次の課題である。

おりしも、川崎氏からいただいた報告に、「1965年の臨界現象国際会議は国外で初めて動的臨界現象が取り上げられたが、問題意識が日本より5年ほど遅れている」という先取の気風だった日本にとって、1980年以後、場の理論での定式化では、海外からの情報によっているのは残念である」と結ばれている。その原因について、「思考が内向きで、グループに閉じこもっている」「事実とまともに向き合う姿勢が希薄である。事実と向き合ったとき初めて得られる確信をついた物理内容でなければ、いくらエレガントなフォーマリズムで覆っても無益である」といわれる。「オリジナルな仕事をするには一見無関係にみえる社会の文化的背景がわれわれの想像以上に大きな影響を与えうる」という主張には、今後の日本の創造的な研究のあり方への示唆に富んだ警告ではなかろうか。大昔、林忠四郎氏が、毎年行われる教室発表会（京大理学部物理教室の1年に一回開かれる恒例行事、各研究グループがその1年の成果を紹介し議論をする会）で、素粒子論の発表のあといつも、「それでそれはどこで検証できますか」と聞かれたのを印象深く覚えているが、その言葉が、ミクロなダイナミックスからマクロな現象を理解する天体核物理学や非平衡物理学の創始者から発せられたのがいかにも興味深い。そのあと、構成的場の理論について江沢洋氏からコメントいただいた。正当な場の理論では、ゲージ理論、多種多様な対称性、特にゲージ対称性の位置が大きなウエイトを占めているが、結局ゲージ理論での統一へと向かうこととなった。湯川理論は、強い相互作用の理論（素粒子論）の端緒であったが、最終的には、 $QCD = SU(3)$  ゲージ理論ということで決着する。このゲージ理論の日本における伝統には、内山ゲージ理論の業績がどうしてその後の伝統につながらなかったのか、それもある種の適用限界という呪縛から逃れられなかった弱さがあったのかもしれない。それが、現在へ、そして未来へ、重力まで含めた統一理論の構築は、どう引き継がれていくのか、いろいろな議論があるであろう。「九後さんの場の理論に関する研究のありかたについての提起はもっとも迫力がありました。大先生を前に清水の舞台から飛び降りるような心境であったと思われますが、基礎研の所長としての立場も意識されての未来への発言で100年後この発言に触発され日本のトーフットが出てくればと願わずにはいられません。」という感想が参加者から寄せられたが、私も当時を知る一人として、自戒の念がよみがえってくる。

## 10 まとめの議論

さいごの講演、「累層性と自然観」は、田中一氏のこれまでの総決算とも言うべき興味深い話であった。日本の先導者であった世代、湯川・坂田・武谷の自然観にも触れながら、その果たした役割を功罪含めて話せる人は田中一氏しかいないのかもしれない。まとめにふさわしい議論であった。湯川と坂田の累層についての考え方の違いから、素粒子観の違いが、素粒子論の次の発展へ与えた影響について考えると同時に、今後の基礎物理学の発展に対しての示唆を与える教訓的な講演であった。1960年代に「未来図研究会」を開いたと田中氏から聞いた。このときは、湯川・朝永・坂田・武谷をはじめ当時若手だった早川幸男氏・高木修二氏なども参加されていたそうで、当時、それまでの予想をはるかに超えて新粒子が続々出てきて、それをどう考えるべきか、原子核の今後の課題は、などの話が出たそうである。このころ語られた議論のなかで、後の物理学の発展とそこから導かれた自然観がどんなものであったか、そういったことを中心に話された。まとめにふさわしい議論であった。

## 11 さいごに

以上が、今回のテーマについての研究会について、代表世話人（坂東）の私的な報告である。問題提起をかねた参考資料も配ったが、今回の初の企画としては、ほぼ意図は達せられたように思う。

1つ、付け加えておく必要があると思うのは、これからの物理学の行方である。学問の細分化がすみ、自然科学のなかで中心的な役割を果たしてきた物理学も、今、魅力が薄らいできたという話もある。湯川精神に従えば、物理学は、いつも先端的で広い視野にたってその対象を広げつつ発展して

きた。その意味で、果たして今の物理学はそれにふさわしい先進性を保持しているだろうか。そして、物理学はこれからどこへ行こうとするのだろうか。こうした、未来への展望を語り、今後の方向を探る議論をするべきではないか、という意見が、世話人の中からも出てきていた。この話については、多少の議論はあったが、やはり議論は不足していた。この視点も踏まえて、今回、いろいろな事情で、余裕がなくなったので取り上げられなかったまだまだ多くの分野、テーマについて、さらに今後の議論にゆだねたいと思う。

「講演者の平均年齢が？十歳というかなりすごい会議でしたがもうあのメンバーで集まる機会もなかなか無いと思います。大変ご苦勞様でした。」という江口氏のねぎらいの言葉に、改めて、今回の講演をお引き受け願った貴重な先人達に感謝の気持ちをあらわしたいと思う。

また、大沢文夫氏は、その研究室の開放的で創造的な雰囲気は、多くの若手を育ててきたということで、最近の物性夏の学校でも講師としてお話をされている。ところが、この有名な大沢氏とご連絡を取るのには至難の業であった。有名な先生の中には、メールアドレスはおろか、ご自宅の住所や電話番号もなかなか情報が得られず、お知り合いをたずねてやっと探し当てたのである。定年退官された先生方には、まだまだいろいろとお話もききたい、講演をお願いしたい、教えていただきたい、とかたくさんの方が思っているはずである。しかし、高名な先生方にとっては、わずらわしいことも多くて、連絡先をみだりには教えていただけない。新しい分野を切り開いた方々はすでに主要な研究機関から定年退官しておられ、これだけ超有名な方々であるにもかかわらず、連絡方法がなかなか見つからず、困難をきわめた。こうした知的財産がアクセス困難なために、貴重な教訓が受け継がれないのは、大変残念である。しかも、かなりの方々が、まだまだ現役よりずっとお元気で、しかも、「会議」だとか、雑用に追われる今の現役に比べて、本当に物理を楽しんでおられる方が多く、まだまだ、教えを請いたいところがいっぱいである。こんな貴重な人材にアクセスできないのは、大変もったいないことだと思わずにはいられない。そういう時、間に入って、お世話できる NPO みたいなものがあればいいのに、とつくづく思った。(定年になったら、こういう仕事も引き受けてもいいな！)

この報告は、私のメモと皆さんのメールでいただいた感想とを基に、坂東がまとめたものである。詳しい報告は、テープを起こした生々しい形でお目見えするはずである。テープにとられた貴重な映像も整理して公開することを考えている。

最後に、「学問の系譜-アインシュタインから湯川・朝永へ」のライブ中継アクセスの統計について一言付け加えておく。「131 のアドレスからアクセスがあり、同時アクセス数は 41 で、今までの最高記録を更新です。南部先生と九後先生の時でした。平均的に見ても、20-30 とアクセス数は多かったです。」(基研計算室レポートによる)。加藤左和氏には、情報をいただいて感謝している。また、担当の鶴原さんには細かい気配りをしていただき、研究会がスムーズにできたことをここに感謝したい。

2005 年 12 月 5 日

世話人代表 坂東 昌子

## 追記

### 1 物理学界のヨハネといわれている南部先生

南部先生からは、「プログラムのお知らせありがとうございます。私に 1 時間もとっていただいてちょっと当惑しました。主に歴史的なことを取り上げるのが目的だと了解しているのですが、大体どのような内容をお望みなのでしょうか？」と問い合わせがあった。次の返事は私の南部先生に今回の講演をお願いした真意でもあるので紹介することとした。

「南部先生が 70 年の歴史を語られ、そしてこれからの課題を話されたのが、基研のシンポジウム報告に出ておりますが、あれを読むと、当時の偏見がどんなものであったか、それをどのように解決してきたか、そういうことがよくわかりました。でも、先生は、そのなかでも先生ご自身の物理学への寄与について語られておりません。でも、ここが皆さんが一番聞きたいところだと思います。先生がアメリカで、素粒子のヨハネと呼ばれておられるお話をアメリカの研究者から聞きました。アメリカでは、日本人のように控えめではダメだ、と感じる人が多くて、帰ってこられると大変アグレッシブになれる日本人をよく見かけます。でも、アメリカで、「やはり本当にいい物理を構築している人は、控えめでも、皆さんの尊敬を集めるのですね」といったら、「そうだよ、南部先生のようにね・・・」とアメリカの研究者たちは異口同音にいわれます。先生はほとんどご自分の業績について



語られないので、たくさん、お聞きしたいことが皆さんあるのだと思います。あの Ben Lee 博士が、1970 年代ででしょうか、交通事故で他界され、ある若い（当時ですが!）研究者が途方にくれていたとき、「私は彼ほど力はないけど、私でよかったです student になってください・・・」といって手をさしのべられたことを、その方が涙ながらに語っておられたというお話も聞きました。優れた仕事をなさっていないながら、どうしてそういう風に謙虚でおられるのか、とても感動しました。」

## 2 林先生のエピソード

こんな機会でないチャンスがないので付け加える。沢山あるが 1 つだけにします。

数値計算をきちんと行い、現象と付き合わせると云う意味では、林先生は、自然と対峙する姿勢をずっともっておられた。京大の物理教室、正確には第 2 教室では、毎年、「教室発表会」というのがあって、各分野がその 1 年何をしてきたか、どういう成果があったかというような報告を、お互いに出し合う討論会が行われるが、素粒子論研究室の発表に対して、「それはどこで検証されているのですか」と鋭い質問をなさったのを覚えている。ブラックホールの数値シミュレーションを非常に早い段階でビジュアルな形で披露（中村卓史氏だったような気がする!）を見せていただいたのも、この教室発表会であった。非常に早い段階でこういうことを実行に移されたのであった。いつだったか、先生に「どういう計算機を使っておられるのですか」ときいたら、「いや僕は計算尺だけです」といわれてびっくりしたことがあった。しっかりと、計算尺で、オーダー計算をされているのであった! 現象を鋭く理解するという先生の姿勢には、追従を許さないものがあった。林先生は、研究一筋のように見えるが、理学部長になられたことがあった（仕方なく、であろうが）。その頃は、理学部の教授会のある日には遅くまでオフィスに電気がついていたので覚えている。それは、教授会で消費(?)した時間だけ取り返すべく、夜遅くまで残って仕事をしておられたからであった。

しかし、私がもっと驚いたのは、理学部の支払う電気料金を減らすため、今で云う「省エネルギー運動」を始められたことである。物理教室の廊下の電灯を半分にするなど、自ら教室を回って取り組まれたのには驚いたが、それよりもっと驚いたことがある。当時、林先生は理学部での電力消費量のデータを自ら分析され、それに対してご自分で消費量まで計算されていたらしい。ところが、どうしても、消費量のロスが多すぎる。何が原因か、先生のことだから、かなり突き詰めておられたようであった。そしてとうとうそのギャップの源を突き止められたのである。その原因は、理学部の電線の一部が、農学部の方に流れていたことにあったのである。インプットとアウトプットの差の原因を徹底的に検討し、その予測が見事に当たったのである。この態度は、まさに、現象に忠実である物理学者のすごさを表している。林先生は、星の進化や太陽系の起源などの究明に取り組むのと全く同じ態度で、この問題にも臨まれたのである。みんな、ただただ舌を巻いたのであった。ここでも計算尺が活躍したのかどうか、そこまでは私は知らない。

## 3 加速器実験と非加速器実験

「チャーム粒子の発見は、本来なら、ノーベル賞に値する業績であるのに、どうしてそうした評価がないのでしょうか」という疑問は多くの人々が持っているであろう。その原因の 1 つとして、当時の非加速器実験の「地位」は、非常に低かったことがあげられる。当時は、「加速器こそ信頼性の高いデータが出せる」という常識が非常に広く浸透していた。これを打ち破ることが出来なかったのは、日本だけではない。しかし、この後、カミオカンデ・スーパーカミオカンデが成し遂げたニュートリノ実験の実績が、加速器と非加速器実験の地位を全く互角に引き上げたことは、よく知られている。宇宙線を捉えるカミオカンデ・スーパーカミオカンデ、そしてそれに引き続く原子炉からのニュートリノを利用するという、これも非加速器実験で、業績を上げた KamLAND、さらに、加速器とそれまでの非加速器実験とを結ぶ延長線上に K2K というユニークな実験も成果を出した。K2K をさらに発展させた T2K の計画とともに、さらに、ニュートリノの残った情報を引き出す意義が大きくなってきた。なかでも、最も重要な物理量は、吉村氏が問題にされた  $\theta_{13}$  と、宇宙のバリオン数とも関係の深い CP の破れの位相  $\delta$  である。特にこの 2 つの物理量は、なかなか分離が難しいが、それらの物理量の決定には、さらなる実験が必要になる。この方向に向けて計画、KASKA やダブルベータ崩壊実験などが、加速器実験と連携協力しながら実現することが期待される。ここまでトップを走ってきた日本が、さらに、日本の創意を凝らした有望な実験計画を携えて、加速器研究と、非加速器研究とを車の両輪に据え、連携協力しながら、一挙にニュートリノのすべての情報を網羅して、ゴールまで先頭を切って世界をリードする可能性は非常に高い。それは、ちょうど、湯川理論が日本の基礎物理学分野を活性化させたように、他分野に及ぼす影響も大きいのではないかと期待できるのではなかろうか。

この研究会で、「一度、坂東さんに聞こうと思っていたんだけど、一口で言えば、大気ニュートリノと太陽ニュートリノの実験は理論にどんな発展をもたらしたの?」とある退官された先生に聞かれた。素粒子の統一理論を構築する上で、世代の起源を明らかにすることが大変重要な課題であること、統一理論との整合性はこのことにかかっていることも、理論研究者はよく自覚している。いろいろな議論が沸騰し、アイデアが語られ、活発な議論が展開されている最中であるが、残念ながら、また、決定的に追い詰める段階までは達していない。いろいろなアイデアは、上記の2つの物理量、 $\theta_{13}$ と $\delta$ の予言で差がつくことを考えると、実験の偉業に対して、理論も、それに追いつき追い越す必要があると痛感した次第である。

#### 4 宇宙線研究と素粒子論

2005年6月に、名古屋大学で「小川修三さんの人と学問」と題して、名古屋模型へと発展した日本のもう一つの誇るべき仕事を支えられた小川修三先生を偲ぶシンポジウムがあった。素粒子論の発展に関しては、坂田模型から名古屋模型へと発展した素粒子の複合模型の系譜をはずすことは出来ない。わが国は、チャーム粒子の予言とその実験的検証という意味では、はるかに早い段階で先進的な仕事をしてきた。名古屋模型誕生の歴史とその評価については、学問の系譜をたどるとき、欠かすことの出来ない作業である。素粒子論と宇宙物理学は離れたりくっついたりいろいろな歴史をたどっているが、その関連では、2004年の基研シンポジウムの時には「ニュートリノの理論的研究からレプトジェネシスへ」というタイトルで、柳田勉氏が話されている。柳田氏とはその後も個人的に議論したが、この間の事情については、シーソー機構の提唱も含めて、大変興味深い。「このことをどこかに書いてもいいな」といっておられたので、今回の「学問の系譜」研究会にご出席いただきたいとお願いしたが、研究中心の柳田氏は、「こじんまりと研究するのが私の好みで・・・」と断られてしまった。残念である。

場と物質 (matter and field) という視点から見ると、九後氏の講演でもあるように、確かに場の理論構築では会議に遅れをとったかもしれないが、素粒子の統一理論においては、チャーム自由度・トップクォークの予言など、名古屋を中心とした「素粒子の模型」研究会が大きな成果を挙げている。その1つが、丹生氏のデータと深く結び付いているのである。先の小川修三先生は、宇宙線実験等地味な仕事に対して、「チャームは絶対にある」という確信を持っておられ、丹生氏の実験を支えておられたようで、丹生氏によると「僕が資金もなく困っていたとき、小川夫人が丹生研の仕事をお手伝いしてくださった」ということであつた。話は少し違うが、柳田氏のシーソー機構も、やはり、マターの伝統を引き継いでいるように見えるが、柳田氏のシーソー機構の仕事は、名古屋の伝統という意味ではちょっと異なるところで発生(?)したように思われて、私は不思議に思っていた。ところが、実は、小川氏の存在がこれを結び付けているのだということを初めて認識したのも、この「小川修三さんの人と学問」シンポジウムであつた。柳田氏は、直接の小川氏の弟子だったのである。「そうだよ、僕はチャームはあると信じていたんだよ。」と柳田氏に言われて、やはり伝統とはすごいものがあることを認識したのである。

ところで、丹生氏によると、せっかくのチャーム粒子の発見が、大きく世界に羽ばたかなかったのは、まだ他にも原因があるようである。この点に関しては、さらに、いろいろな教訓を引き出せると考えられる。次回の「学問の系譜」研究会では、坂田模型を含め、素粒子論的宇宙線研究のさらにつっこんだ検討をすべきであろうと考えている。今回は、坂田模型を含めた日本の「素粒子の模型」に関するテーマについての優れた貢献を取り入れることが出来なかったが、この研究会の前に行われた(11月5日)牧二郎先生の追悼会記録、小川修三先生追悼会記録なども参考にしながら、さらに詰めていきたいものである。

#### 5 ある感想

まとめの作業中、T氏に読んでいただいたところ、感想を送ってくださった。

「まとめの原稿を、非常に興味を持って、一気に読ませて頂きました。それを読み進むうちに、その中に登場する多くの方々にお会いできている私などだけではなく、今の大学院クラスの若い人たちが、先人の多くの苦勞とそれに打ち勝つ深い洞察、努力と、その結果から得られた多くの成果の流れの上に、それを後につなぐべき位置に我々がいるのだということを感じて貰えればと、痛切に思いました。また、彼らの多くが当面取り組むべき目の前のことだけに目が集中して、それが物理の進展の中でどのような意味を持っているのか、それを少し狭めても素粒子物理学の進展の中での意義をどう考えるか、自分としてどう立ち向かっていくべきかということが、殆んど見られない研究室における

日常を何とかしなければならぬ、それは（多少嫌がられるかもしれないが）私などに課された義務であることを再確認させていただきました。その意味でも、感謝いたします。」

実は、「学問の系譜」の研究会のあと、田中一先生と大貫義郎先生と3人で、名古屋で「鼎談」（といっても私はちょっと頼りないので、 $2+\epsilon$  会談というべきか・・・）の機会を持った。田中一先生とはメールでいろいろな議論をしてきたが、そこで、「坂田模型は大規模な流産だったと私は思います」といわれたので、気になっていた。坂田模型は、確かに、クォーク模型にいなかった。それにはそれなりに、当時の基研長期研究会「模型と構造」の弱点もあったのだと思う。私などは、京都に育ちながら、むしろ、M1(?) のときに、単身、名古屋大学であった研究会に出て、いろいろと新しい雰囲気圧迫されたことを覚えている。その名古屋の研究会では、ちょうど「ニュートリノが2種類あるらしい」という噂が流れていた直後で、大変な興奮状態でその話が話題になっていた。そしてそれは、後に、チャーム自由度の発見につながっていくのだが……。その時もう一つの話がホットな議論をかもし出していた。それは「スピンパラドックス」である。坂田模型は、当時発見されていたバリオンのうち、PNA という3つだけが特殊な役割をしていて、あとのバリオンの構成子になっているのだというのだが、これだと、どうしても、スピン統計に従う複合系のスペクトラムがうまく実験にあわない、どうすればいいのか、という議論であった。当時、次々出てくるハドロンのスペクトラムをどう説明するのか、それが素粒子論にとって、最大の謎であったのである。場の理論の系譜も、素粒子統一理論の系譜も、いろいろな経緯を経て、今日に至っているのだが、日本で生まれた新しいアイデアや、それを発展させるさまざまな試みが、必ずしも、いつもエンカレッジイングであったとはいえない。その欠陥がどこにあったのか、それが今度の研究会で少しだけ、見えてきたような気がする。国際的に評価されていない時期でも、日本の中で、多様なアプローチを評価し、面白いと感じる新鮮な心を持つ研究者がどれだけいるかが、重要な条件なのだろう。2006年1月27日の田中・大貫・坂東の名古屋での鼎談では、それに対してもいろいろな議論があった。

ついでであるが、いつか基研で開かれたノーベルフォーラムで、湯川秀樹博士と福井謙一博士が取り上げられたことがある。その時、佐藤文隆氏が、「どうして理学部でなく、工学部におられた福井先生に画期的な仕事できたのですか。理学部ならわかるんですが・・・」と質問されたのに対して、「工学部は、科学技術ブームに乗って拡張期だったので、少し、スタンダードな道を外れた人も受け入れる余裕があったんだと思う」といわれた。当時、量子力学に基づいた原子の構造計算は大変盛んで、スタンダードなアプローチは、原子核の周りの電子の振る舞いをシュレディンガー方程式で解くということで、みんなたくさんの電子を持つ大変な式を解いていた時代であったという。それに対して、外殻をまわっている電子に着目してその振る舞いを調べるなどというのは、亜流であった。その亜流も受け入れる余裕があったのが工学部であったというのである。話がだんだん、日ごろの思いをぶっつける方向に向かっているようにも思われるが、あと一言。基礎物理学の研究者のポストが定員削減で減少し、大学にはポスドクと、定職ポストにつく高年齢の教員だけになってしまって「空洞化」が進んでいる。海外に流出し、残った教員達は、いろいろな雑用を抱えて、書類書きと会議に追われ、若い人はポストがなく、ポスドク1万人計画は明らかに破綻しているのに、打つ手がないような状況では、多様なアプローチを受け入れる余裕はない。このままだと、日本の基礎研究の伝統どころではない。ポスドク問題の解決なしに、科学のこれからの発展はありえないという思いがますます、強くなるのである。

「追記は好きなように書けば」といわれて、つい、日ごろ思っていることを書いてしまった。

2006年2月25日

坂東 昌子